

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0074376
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 11월 27일
Date of Application NOV 27, 2002

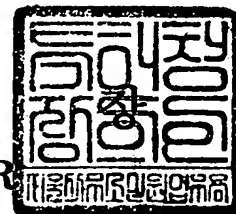
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 04 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER





【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0021
【제출일자】	2002.11.27
【국제특허분류】	G06F
【발명의 명칭】	고속의 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터 및 그 버스 제어 방법
【발명의 영문명칭】	Programmable fixed priority and round robin arbiter for providing the high-speed arbitration and bus control method thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	1999-009617-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	채관엽
【성명의 영문표기】	CHAE, Kwan Yeob
【주민등록번호】	751214-1648715
【우편번호】	135-090
【주소】	서울특별시 강남구 삼성동 해청아파트 18-505
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규 정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 정상빈 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 14 면 14,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 408,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

고속의 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터 및 그 버스 제어 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 아비터에서는, 먼저, HPRIF 회전 논리 회로가 상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장된 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다. 이때, 요구 재배열 논리 회로는 상기 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 상기 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다. 이에 따라, 요구 선택 논리 회로는 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력하고, 허가 재배열 논리 회로는 최고 순위별로 상기 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다. 따라서, 마스터들에 대한 우선 순위 정보가 저장된 HPRIF 레지스터 정보가 회전되도록 하여, 고정 우선 순위 모드를 위한 회로와 라운드 로빈 모드를 위한 회로를 하나의 회로로 대치할 수 있고, 부하 감소로 인하여 처리 속도가 향상된다. 또한, 고정 우선 순위 모드에서, 전력 소모 감소 효과가 있고, 사용되지 않는 마스터의 버스 점유기회를 다른 특정 마스터가 더 많이 점유하도록 가중치를 부여할 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

도 5

【명세서】**【발명의 명칭】**

고속의 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터 및 그 버스 제어 방법{Programmable fixed priority and round robin arbiter for providing the high-speed arbitration and bus control method thereof}

【도면의 간단한 설명】

본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 종래의 아비터(arbiter)를 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 종래의 아비터(arbiter)가 고정 우선 순위(fixed priority) 모드로 동작할 때의 흐름도이다.

도 3은 도 1의 종래의 아비터(arbiter)가 라운드 로빈(round-robin) 모드로 동작할 때의 흐름도이다.

도 4는 도 1의 종래의 아비터(arbiter)가 라운드 로빈(round-robin) 모드로 동작할 때의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터를 나타내는 블록도이다.

도 6은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 고정 우선 순위(fixed priority) 모드로 동작할 때의 흐름도이다.

도 7은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 라운드 로빈(round-robin) 모드로 동작 할 때의 흐름도이다.

도 8은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 라운드 로빈 모드로 동작 할 때의 구체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터의 프로그램 가능한 라운드 로빈 모드 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터의 라운드 로빈 모드 동작에서, 특정 마스터의 우선 순위에 가중치를 부여하는 프로그램을 설명하기 위한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 아비터(arbiter) 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 고속의 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터(arbiter) 및 그 버스 제어 방법에 관한 것이다.

<13> 최근 들어, 고속의 고성능 SOC(system on chip) 개발과 함께 시스템 클럭의 속도가 증가함에 따라, 버스 시스템에서도 마스터 블록(master block)들의 버스 점유를 중재(arbitration)하는 아비터(arbiter)의 속도나 성능이 향상되어 가고 있다.

<14> 일반적으로 버스 중재 장치(arbiter)는 버스에 접속된 다수개의 버스 마스

터들 사이에서 버스 중재(bus arbitration)를 수행한다. 버스 중재는, 각 버스 마스터가 버스의 사용을 요구하는 정보를 담고 있는 요구 신호(request signal)를 아비터(arbiter)로 보낼 때, 아비터(arbiter)가 각 버스 마스터로부터 발생된 요구 신호를 수신하여, 일정한 순서에 따라 각 버스 마스터로 버스의 사용을 허가하는 정보를 담고있는 허가 신호(grant signal)를 출력하는 것이다. 이에 따라, 각 버스 마스터가 버스에 데이터를 전송할 수 있다.

<15> 그런데, 종래의 보편적인 아비터(arbiter)는 프로그램 가능한 고정 우선순위(fixed priority) 모드와 라운드 로빈(round-robin) 모드를 함께(programmable fixed priority/round robin) 지원하며, 사용자는 이들 중 어느 한 모드를 선택하여 동작시킬 수 있다.

<16> 고정 우선 순위(fixed priority) 모드에서는, 버스 마스터들이 아비터(arbiter)로 요구 신호를 전송하면, 다수개의 버스 마스터들 각각에게 서로 다른 우선순위가 부여되도록 미리 프로그램 된 아비터(arbiter)가, 가장 높은 우선 순위로 되어있는 버스 마스터에게 항상 우선적으로 허가 신호(grant signal)를 출력한다.

<17> 라운드 로빈(round-robin) 모드에서는, 포인터의 지정에 따라 아비터(arbiter)가 다수개의 버스 마스터들 각각에게 공평하게 최고의 우선순위를 부여한다. 즉, 라운드 로빈(round-robin) 모드는 어느 마스터에 허가 신호를 출력한 경우에, 최고의 우선 순위가 부여되었던 그 마스터는 다시 최하위 순위가 부여되고, 다음 순위의 마스터가 최고 순위로 변동되도록 하는 방식이다.

<18> 도 1은 종래의 아비터(arbiter)를 나타내는 블록도이다.

- <19> 도 1을 참조하면, 종래의 아비터(arbiter)는, 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110), 제 1 믹스(multiplexer) 회로(120), 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130), 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140), 제 2 믹스(multiplexer) 회로(150), 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160), 및 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170)를 구비한다.
- <20> 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110)는 버스 마스터들의 우선 순위 정보를 저장하고 있는 레지스터인, 소정의 HPRIF 레지스터에 대응하도록 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다. 여기서, HPRIF 레지스터는 소정의 프로그램에 의하여 버스 마스터들의 우선 순위를 저장할 수 있는 장치이다.
- <21> 제 1 믹스(multiplexer) 회로(120)는 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드의 요구 순위 재배열 신호를 선택적으로 출력한다.
- <22> 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130)는 입력되는 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 마스터 지정 신호를 출력한다.
- <23> 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140)는 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응하여 최고 순위별로 마스터 허가 신호를 출력한다.
- <24> 제 2 믹스(multiplexer) 회로(150)는 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드의 최고 순위별 마스터 허가 신호를 선택적으로 출력한다.
- <25> 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160)는 현재의 최고 우선 순위를 갖는 마스터를 가리키는 소정의 포인터 정보에 대응한 소정의 방향으로 요구 순위를 회전

하고, 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다. 즉, 라운드 로빈 모드에서 사용되는 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160)는, 위에서 기술한 HPRIF 레지스터에 저장되는 마스터들의 우선 순위 정보에 의하여 요구 순위를 결정하지 않으며, 소정의 포인터 정보의 변동에 의해서만, 그에 대응하도록 요구 순위를 재배열한다. 따라서, 라운드 로빈 모드에서, 사용되지 않는 마스터의 버스 점유를 다른 특정 마스터가 점유하도록 가중치를 부여할 수 없다.

<26> 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170)는 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응한 소정의 방향으로 허가 순위를 회전하여 최고 순위별로 마스터 허가 신호를 출력한다.

<27> 도 2는 도 1의 종래의 아비터(arbiter)가 고정 우선 순위(fixed priority) 모드로 동작 할 때의 흐름도이다.

<28> 도 2를 참조하면, 종래의 아비터(arbiter)를 고정 우선 순위 모드로 세팅할 때, 상기 제 1 맥스 회로(120)와 제 2 맥스 회로(150)는 고정 우선 순위 모드로 세팅된다. 또한, 각 마스터의 우선 순위를 저장할 수 있는 HPRIF 레지스터(HPRIF0은 최고 우선 순위를 갖는 마스터를 저장하는 필드이며, HPRIF3은 최하위 우선 순위를 갖는 마스터를 저장하는 필드임)는 HPRIF0, HPRIF1, HPRIF2, HPRIF3 각 필드에 master3, master0, master2, master1의 순위로 저장되어 있다고 가정한다(S210). 이렇게 하면, 최고 우선 순위를 갖는 마스터는 master3으로 고정된다.

<29> 이때, 마스터 블록으로부터 지연된(input delay) 요구 신호가 입력될 때, 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110)는 HPRIF 레지스터에 대응하는 마스터들의 요구 순위를 재배열하도록 되어 있으므로, master3으로부터의 요구 신호이면 최고 우

선 순위를 부여하고, 그 외의 마스터로부터의 요구 신호이면 그 하위의 우선순위를 부여하는 것과 같이, 요구 순위 재배열 신호를 출력하게 된다(S220). 이에 따라, 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130)는 입력되는 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 master3을 최고 우선 순위로 하는 것과 같이, 최고 순위별로 마스터 지정 신호를 출력한다(S230). 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140)는 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응하여 master3을 최고 우선 순위로 하는 것과 같이, 최고 순위별로 마스터 허가 신호를 출력한다(S240). 이에 따라 허가 신호를 받은 각 버스 마스터는 버스를 점유할 수 있다.

<30> 도 3 및 도 4는 도 1의 종래의 아비터(arbiter)가 라운드 로빈(round-robin) 모드로 동작 할 때의 흐름도 및 그 구체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

<31> 도 3 및 도 4를 참조하면, 종래의 아비터(arbiter)를 라운드 로빈 모드로 세팅할 때, 상기 제 1 믹스 회로(120)와 제 2 믹스 회로(150)는 라운드 로빈 모드로 세팅되며, 소정의 포인터는 '1'을 가리키고 있다고 가정한다(S310). 소정의 포인터가 '1'을 가리키는 것은, master1이 최고 우선 순위로 되는 것을 의미한다.

<32> 이때, 마스터 블록으로부터 지연된(input delay) 요구 신호가 입력되면, 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160)는 현재의 최고 우선 순위를 갖는 master1을 가리키는 소정의 포인터에 대응하여, 도 4에 도시한 바와 같은 소정의 방향으로 요구 순위를 회전하여 마스터들의 요구 순위를 재배열한다. 그러므로, 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160)는 master1로부터의 요구 신호이면 최고 우선 순위를 부여하고, 그 외의 마스터로부터의 요구 신호이면 그 하위의 우선순위를 부여하는 것과 같이, 요구 순위 재배열 신호를 출력한다(S320). 이에 따라, 요구 선택 논리 회로

(request-selecting logic)(130)는 입력되는 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 master1을 최고 우선 순위로 하는 것과 같이, 최고 순위별로 마스터 지정 신호를 출력한다(S330). 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170)는 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응하여, 도 4에 도시한 바와 같은 소정의 방향으로 허가 순위를 회전하여 master1을 최고 우선 순위로 하는 것과 같이, 최고 순위별로 마스터 허가 신호를 출력한다(S340). 이에 따라, 허가 신호를 받은 각 버스 마스터가 버스를 점유할 수 있다. 여기서, 어느 마스터에 허가 신호를 출력한 경우에는, 최고의 우선 순위가 부여되었던 그 마스터는 다시 최하위 순위가 부여되고, 포인터는 하나씩 증가하여, 도 4에 도시한 바와 같은 순서로 최고 우선순위의 마스터가 결정되도록 함으로써, 다수개의 버스 마스터들 각각에게 공평하게 최고의 우선순위가 부여되도록 한다.

<33> 그런데, 상기 종래의 아비터(arbiter)에서, 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130)는 고정 우선 순위 모드 및 라운드 로빈 모드 모두에서 공유할 수 있는 회로이다. 그러나, 고정 우선 순위 모드에서의 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110), 및 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140), 라운드 로빈 모드에서의 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160), 및 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170) 부분은 서로 달라 공유될 수 없다. 따라서, 종래의 아비터(arbiter)에서는, 도 1에 도시된 바와 같이, 고정 우선 순위 모드과 라운드 로빈 모드를 선택하기 위한 믹스 회로(120,150)를 필요로 하고, 이로 인한 회로의 복잡성과 신호 지연으로 처리 속도가 느려지는 것을 감수해야 하는 문제가 있다.

<34> 그리고, 아비터(arbiter)의 동작 모드와 상관없이 고정 우선 순위 모드에서의 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110), 및 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140), 라운드 로빈 모드에서의 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160), 및 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170) 모두에 신호가 인가되므로, 어느 하나의 동작 모드로 동작할 때에, 다른 모드의 회로에서도 전력을 소모하는 문제를 가지고 있다. 특히, 고정 우선 순위 모드로 동작 할 때, 불필요하게 동작하는 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160), 및 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170)에서의 전력 소모는 크다.

<35> 그리고, 마스터 블록으로부터 입력되는 요구 신호가, 요구 재배열 논리 회로(request-reordering logic)(110)와 요구 회전 논리 회로(request-rotating logic)(160)를 모두 구동할 때, 부하가 크고, 이로 인한 신호 지연으로 처리 속도가 느려지는 문제가 있다. 마찬가지로, 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130)에서 출력되는 마스터 지정 신호도, 허가 재배열 논리 회로(grant-reordering logic)(140)와 허가 회전 논리 회로(grant-rotating logic)(170)를 모두 구동할 때, 부하가 크고, 이로 인한 신호 지연으로 처리 속도가 느려지는 문제가 있다.

<36> 또한, 종래의 아비터(arbiter)는, 라운드 로빈 동작 시에 항상 정해진 순서에 따라서만 요구 순위와 허가 순위를 회전하므로, 사용되지 않는 마스터의 버스 점유기회를 다른 특정 마스터가 점유하도록 가중치를 부여할 수 없는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<37> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는, 고정 우선 순위 모드와 라운드 로빈 모드를 동시에 지원하는 아비터(arbiter)에서, 마스터들에 대한 우선 순위 정보가

저장된 HPRIF 레지스터 정보가 회전되도록 하여, 전력 소모가 적고 처리 속도가 향상된 간단한 회로로 구현할 수 있고, 라운드 로빈 모드에서 사용되지 않는 마스터의 버스 점유 기회를 다른 특정 마스터가 더 많이 점유하도록 가중치를 부여할 수 있는 아비터를 제공하는 데 있다.

<38> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적인 과제는, 고정 우선 순위 모드와 라운드 로빈 모드를 동시에 지원하는 아비터(arbiter)에서, 마스터들에 대한 우선 순위 정보가 저장된 HPRIF 레지스터 정보가 회전되도록 하여, 전력 소모가 적고 처리 속도가 향상된 간단한 회로로 구현할 수 있고, 라운드 로빈 모드에서 사용되지 않는 마스터의 버스 점유 기회를 다른 특정 마스터가 더 많이 점유하도록 가중치를 부여할 수 있는 버스 제어 방법을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<39> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드로 동작하는 아비터(arbiter)에 있어서, HPRIF 회전 논리 회로, 요구 재배열 논리 회로, 요구 선택 논리 회로, 및 허가 재배열 논리 회로

<40> 를 구비한다.

<41> 상기 HPRIF 회전 논리 회로는 상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장된 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다.

- <42> 상기 요구 재배열 논리 회로는 상기 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 상기 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다.
- <43> 상기 요구 선택 논리 회로는 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력한다.
- <44> 상기 허가 재배열 논리 회로는 상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여 최고 순위별로 상기 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다.
- <45> 여기서, 상기 우선 순위 정보는, 상기 라운드 로빈 모드일 때, 상기 버스 마스터들 중 하나 이상의 우선 순위에 가중치를 부여할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- <46> 그리고, 상기 포인터 정보는, 상기 고정 우선 순위 모드일 때에는 변동하지 않으며, 상기 라운드 로빈 모드일 때에는 소정의 주기로 변동하는 것을 특징으로 한다.
- <47> 또한, 상기 소정의 주기는, 상기 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때인 것을 특징으로 한다.
- <48> 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 버스 제어 방법은, 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드로 동작하는 아비터(arbiter)가 다수개의 버스 마스터들을 제어하는 버스 제어 방법에 있어서, 다음과 같은 단계를 구비한다.
- <49> 즉, 본 발명에 따른 버스 제어 방법은, 상기 아비터에 의하여, 상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 소정 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장된 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정한 정보를

출력하는 단계; 상기 버스 마스터들에 의하여 상기 아비터(arbiter)로 버스의 점유를 요구하는 요구 신호를 전송하는 단계; 상기 아비터(arbiter)에 의하여 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력하는 단계; 상기 아비터(arbiter)에 의하여 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 마스터 지정 신호를 출력하는 단계; 및 상기 아비터(arbiter)에 의하여 상기 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응하여 상기 버스 마스터들에 최고 순위별 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<50> 여기서, 상기 우선 순위 정보는, 상기 라운드 로빈 모드일 때, 상기 버스 마스터들 중 하나 이상의 우선 순위에 가중치를 부여할 수 있는 것을 특징으로 한다.

<51> 그리고, 상기 포인터 정보는, 상기 고정 우선 순위 모드일 때에는 변동하지 않으며, 상기 라운드 로빈 모드일 때에는 소정의 주기로 변동하는 것을 특징으로 한다.

<52> 또한, 상기 소정의 주기는, 상기 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때인 것을 특징으로 한다.

<53> 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

<54> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- <55> 도 5는 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터를 나타내는 블록도이다.
- <56> 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는 HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610), 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620), 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630), 및 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)를 구비한다.
- <57> HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)는 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드 시에, 소정 포인터 정보의 변동에 대응하여 상기 포인터 정보가 나타내는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, HPRIF 레지스터에 저장되어있는 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다. 여기서, HPRIF 레지스터는 HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)에 구비되며, 소정의 프로그램에 의하여 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 저장할 수 있는 장치이다.
- <58> 상기 포인터 정보는, 고정 우선 순위 모드일 때에는 변동하지 않으며, 라운드 로빈 모드일 때에는 소정의 주기로 변동하고, 특히 상기 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때에 변동한다. 또한, 상기 우선 순위 정보의 프로그램은, 특정 버스 마스터의 우선 순위에 가중치를 부여하여 프로그램 될 수 있다.
- <59> 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620)는 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 버스 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다.

- <60> 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630)는 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력한다.
- <61> 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는 상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여 최고 순위별로 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다.
- <62> 상기한 바와 같은, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터의 동작을 좀더 상세하게 설명한다.
- <63> 도 6은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 고정 우선 순위(fixed priority) 모드로 동작 할 때의 흐름도이다.
- <64> 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 먼저, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)가 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, HPRIF 레지스터에 저장되어있는(S710) 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다(S720). 여기서, 우선 순위 정보의 재조정은, 포인터 정보가 변동됨과 동시에 이에 대응하도록 믹스(multiplexer) 등을 컨트롤하는 방법으로 디코딩하는 것으로, 한 클럭 지연 등에 의한 속도 감소의 문제는 없다.
- <65> 한편, 포인터 정보는 외부에서 인가되는 신호로서, 라운드 로빈 모드 시에는 주기적으로 변동하고, 고정 우선 순위 모드로 전환하여 동작할 때에는 동작 중 "0"으로 고정된다. 예를 들어, 포인터 정보가 "0"으로 된다면은 2비트 논리에서 "00"에 대응하고, "1", "2", 및 "3" 각각은 2비트 논리에서 "01", "10", 및 "11"에 대응한다.

- <66> 여기서, 고정 우선 순위 모드로 동작 중에는, 포인터 정보의 변동이 없으므로, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)는 HPRIF0부터 HPRIF3까지 각 필드에 저장된(S710) 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 회전 없이 유지한다(S720). 즉, 포인터 정보가 "0"으로 고정되고, 최상위 필드인 HPRIF0에 저장된 버스마스터가 최고 우선 순위로 되므로, 회전 없이 각 필드에 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 유지하게 된다(S720). 여기서, HPRIF0부터 HPRIF3까지 각 필드에 master3, master0, master2, 및 master1 각각이 대응되도록 우선순위가 저장되었다고 가정하였다(S710).
- <67> 즉, 도 6에 도시된 바와 같이, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)에서 출력하는 우선 순위 정보는, 회전 이전 레지스터의 각 필드에 저장된 버스 마스터의 우선 순위 정보(HPRIF 정보)가 회전 이후 우선 순위 정보(RHPRIF 정보)와 같다(S710~S720).
- <68> 다음에, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620), 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630), 및 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는 회전 이후 우선 순위 정보(RHPRIF 정보)에 따라 동작하게 된다(S730~S750).
- <69> 여기서, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620)는 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, master3이 최고 요구 순위로 되는 RHPRIF 정보에 대응하도록 버스 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다(S730). 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630)는 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여, master3을 최상위로 지정하는 것과 같이, 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력한다(S740). 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는

상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여, master3에 허가 신호를 주는 것과 같이, 최고 순위별로 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다(S750).

<70> 도 7은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 라운드 로빈(round-robin) 모드로 동작 할 때의 흐름도이다.

<71> 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 먼저, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)가 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, HPRIF 레지스터에 저장되어있는(S810) 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다(S820). 여기서도, 우선 순위 정보의 재조정은, 포인터 정보가 변동됨과 동시에 이에 대응하도록 멀스(multiplexer) 등을 콘트롤하는 방법으로 디코딩하는 것으로, 한 클럭 지연 등에 의한 속도 감소의 문제는 없다.

<72> 한편, 포인터 정보는 외부에서 인가되는 신호로서, 라운드 로빈 모드 시에는 주기적으로 변동한다. 특히 상기 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)가 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때에 변동한다. 또한, 상기 우선 순위 정보의 프로그램은, 특정 버스 마스터의 우선 순위에 가중치를 부여하여 프로그램 될 수 있다. 예를 들어, 라운드 로빈 모드로 동작 할 때에는, 변동하는 포인터 정보인 "0", "1", "2", 및 "3" 각각이 HPRIF0, HPRIF1, HPRIF2, 및 HPRIF3에 저장된 버스마스터가 최고 우선 순위로 된다.

<73> 도 7에서는 포인터 정보가 "1"이고, HPRIF1이 저장하고 있는 master1이 최고 우선 순위로 되는 것을 가정하였다(S810~S820). 라운드 로빈 모드로 동작 중에는

포인터 정보가 변동됨에 따라, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)가 HPRIF0부터 HPRIF3까지 각 필드에 저장된(S810) 버스 마스터들(master0~master3)에 대한 우선 순위 정보를 회전하고, 회전 이후 우선 순위 정보(RHPRIF)는 master1을 최상위로 하여 버스 마스터의 우선 순위 정보를 출력한다(S820).

<74> 다음에, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620), 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630), 및 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는 회전 이후 우선 순위 정보(RHPRIF 정보)에 따라 동작하게 된다(S830~S850).

<75> 여기서, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620)는 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, master1이 최고 요구 순위로 되는 RHPRIF 정보에 대응하도록 버스 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다(S830). 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630)는 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여, master1을 최상위로 지정하는 것과 같이, 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력한다(S840). 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는 상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여, master1에 허가 신호를 주는 것과 같이, 최고 순위별로 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다(S750).

<76> 위에서 기술한 바와 같이, 종래의 아비터(arbiter)와는 달리, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 고정 우선 순위 모드 및 라운드 로빈 모드 모두에서 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630) 뿐만 아니라, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620), 및 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)까지 공유 될 수 있으며, 동작 모드에 따라 요구 신호와

허가 신호를 선택하기 위한 믹스 회로(220,250)가 불필요하게 된다. 따라서, 회로 자체의 감소로 인한 전력 감소의 효과가 있고, 동작 모드에 따라 요구 신호와 허가 신호를 선택하기 위한 종래의 믹스 회로(220,250) 등에서 발생할 수 있는 속도 감소의 문제도 해결할 수 있다.

<77> 또한, 종래 아비터에서, 마스터 블록으로부터 입력되는 요구 신호의 부하나, 요구 선택 논리 회로(request-selecting logic)(130)에서 출력되는 마스터 지정 신호의 부하가 작아지므로, 처리 속도의 향상에 기여한다.

<78> 그리고, 버스 마스터들로부터 오는 요구 신호는 보통 F/F(flipflop) 출력이며, 마스터 블록에서 아비터(arbiter)까지 전달되기에는 어느 정도 딜레이(input delay)가 존재한다. 그러므로, 요구 신호가 전달되는 딜레이 동안에, 포인터 정보를 가지고 바로 HPRIF를 회전시켜 RHPRIF 정보를 만들 수 있기 때문에, 아비터(arbiter)의 전체 동작 딜레이에 HPRIF를 회전 시켜 RHPRIF 정보를 만드는 시간이 포함되지 않게 되고, 이에 따라 동작 속도 상의 감소는 없다. 즉, 포인터 정보를 가지고 HPRIF를 회전시켜 RHPRIF 정보를 만들 때, 믹스(multiplexer) 등을 컨트롤하는 방법으로 바로 디코딩하므로, 별도의 클럭 시간을 필요로 하지 않는다.

<79> 도 8은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 라운드 로빈 모드로 동작 할 때의 구체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

<80> 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터가 라운드 로빈 모드로 동작할 때에는, 포인터 정보의 주기적 변동에 따라 다수개의 버스 마스터들 각각에게 공평하게 최고의 우선순위가 부여된다. 즉, 어느 마스터에 허가 신호를 출력한 경우에는, 최고의 우선 순위가 부여되었던 그 마스터는 다시 최하위

순위가 부여되도록 한다. 여기서, 포인터 정보는 주기적으로 변동하고, 특히 상기 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)가 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때에 다음 순위의 마스터가 최상위로 되도록 포인터 정보는 증가한다. 예를 들면, 도 7에서, 상기 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)가 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때에, 포인터 정보는 "1"에서 "2"로 변동된다.

<81> 도 9는 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터의 프로그램 가능한 라운드 로빈 모드 동작을 설명하기 위한 도면이다.

<82> 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 종래와 달리, 고정 우선 순위 모드에서 뿐만 아니라 라운드 로빈 모드에서도, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)에 구비된 HPRIF 레지스터에, 소정의 프로그램에 의하여 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보의 프로그램이 가능하다. 도 9에 도시된 바와 같이, HPRIF0, HPRIF1, HPRIF2, 및 HPRIF3 각각의 필드에 저장되는 우선 순위 정보는, master2, master1, master3, 및 master0으로 프로그램 될 수 있으며, 이외에도 자유롭게 다른 우선 순위 정보로 프로그램 가능하다.

<83> 도 10은 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터의 라운드 로빈 모드 동작에서, 특정 마스터의 우선 순위에 가중치를 부여하는 프로그램을 설명하기 위한 도면이다.

<84> 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터에서, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)에 구비된 HPRIF 레지스터의 HPRIF0, HPRIF1, HPRIF2, 및 HPRIF3 각각의 필드에 저장되는 우선 순위 정보가,

master3, master2, master3, 및 master0 인 것과 같이, 어느 특정 마스터(master3)의 우선 순위에 가중치를 부여하여 프로그램 될 수 있다. 이에 따라, 종래의 아비터(arbiter)가 라운드 로빈 동작 시에 항상 하드웨어(hardware)적으로 정해진 순서에 따라서만 요구 순위와 허가 순위를 회전하는 것과는 달리, 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터는, 라운드 로빈 동작 시에 사용되지 않는 마스터의 버스 점유기회를 다른 특정 마스터가 더 많이 점유하도록 가중치를 부여할 수 있는 등, 우선 순위 부여 방법에 따라 버스 중재의 성능을 극대화 할 수 있다.

<85> 위에서 기술한 바와 같이, 본 발명에 따른 고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드로 동작하는 아비터(arbiter)에서는, 먼저, HPRIF 회전 논리 회로(HPRIF rotating logic)(610)가 상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장되어 있는 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력한다. 이때, 요구 재배열 논리 회로(request reordering logic)(620)는 상기 버스 마스터들로부터 상기 요구 신호가 있는 경우에, 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 상기 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력한다. 이에 따라, 요구 선택 논리 회로(request selecting logic)(630)는 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력하고, 허가 재배열 논리 회로(grant reordering logic)(640)는 상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여 최고 순위별로 상기 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력한다.

<86> 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<87> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터(arbiter)는, 고정 우선 순위 모드와 라운드 로빈 모드를 동시에 지원하고, 마스터들에 대한 우선 순위 정보가 저장된 HPRIF 레지스터 정보가 회전되도록 하여, 고정 우선 순위 모드를 위한 회로와 라운드 로빈 모드를 위한 회로를 하나의 회로로 대체하였다. 따라서, 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터 회로가 종래 보다 간단하고, 이에 따라 처리 속도가 향상된다. 또한, 고정 우선 순위 모드에서, 종래의 불필요한 회로 동작이 제거되므로, 전력 소모 감소 효과가 있다.

<88> 그리고, 다수개의 버스 마스터들 각각에게 부여되는 우선 순위 정보를 프로그램할 때, 사용되지 않는 마스터의 버스 점유기회를 다른 특정 마스터가 더 많이 점유하도록 가중치를 부여할 수 있고, 특히, 라운드 로빈 모드에서도 가중치가 부여된 프로그램대로 우선 순위가 회전되므로, 버스 중재의 성능을 극대화 할 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드로 동작하는 아비터에 있어서,

상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장된 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력하는 HPRIF 회전 논리 회로;

상기 버스 마스터들로부터 요구 신호가 있는 경우에, 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 상기 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력하는 요구 재배열 논리 회로;

상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 버스 마스터 지정 신호를 출력하는 요구 선택 논리 회로; 및

상기 최고 순위별 버스 마스터 지정 신호에 대응하여 최고 순위별로 상기 버스 마스터들에 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 허가 재배열 논리 회로를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 우선 순위 정보는,

상기 라운드 로빈 모드일 때, 상기 버스 마스터들 중 하나 이상의 우선 순위에 가중치를 부여할 수 있는 것을 특징으로 하는 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 포인터 정보는,

상기 고정 우선 순위 모드일 때에는 변동하지 않으며, 상기 라운드 로빈 모드일 때에는 소정의 주기로 변동하는 것을 특징으로 하는 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터.

【청구항 4】

제 2항에 있어서, 상기 소정의 주기는,

상기 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때인 것을 특징으로 하는 프로그램 가능한 고정 우선 순위 및 라운드 로빈 아비터.

【청구항 5】

고정 우선 순위 모드 또는 라운드 로빈 모드로 동작하는 아비터가 다수개의 버스 마스터들을 제어하는 버스 제어 방법에 있어서,

상기 아비터에 의하여, 상기 고정 우선 순위 모드 또는 상기 라운드 로빈 모드 시에, 변동 가능한 소정 포인터 정보에 대응되는 버스 마스터가 최고 우선 순위로 되도록, 소정의 레지스터에 저장된 버스 마스터들에 대한 우선 순위 정보를 소정 방향으로 회전하여 상기 우선 순위 정보를 재조정된 정보를 출력하는 단계;

상기 버스 마스터들에 의하여 상기 아비터로 버스의 점유를 요구하는 요구 신호를 전송하는 단계;

상기 아비터에 의하여 상기 재조정된 우선 순위 정보에 대응하도록 상기 버스 마스터들의 요구 순위를 재배열하여 요구 순위 재배열 신호를 출력하는 단계;

상기 아비터에 의하여 상기 요구 순위 재배열 신호에 대응하여 최고 순위별로 마스터 지정 신호를 출력하는 단계; 및

상기 아비터에 의하여 상기 최고 순위별 마스터 지정 신호에 대응하여 상기 버스 마스터들에 최고 순위별 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 버스 제어 방법.

【청구항 6】

제 5항에 있어서, 상기 우선 순위 정보는,

상기 라운드 로빈 모드일 때, 상기 버스 마스터들 중 하나 이상의 우선 순위에 가중치를 부여할 수 있는 것을 특징으로 하는 버스 제어 방법.

【청구항 7】

제 5항에 있어서, 상기 포인터 정보는,

상기 고정 우선 순위 모드일 때에는 변동하지 않으며, 상기 라운드 로빈 모드일 때에는 소정의 주기로 변동하는 것을 특징으로 하는 버스 제어 방법.

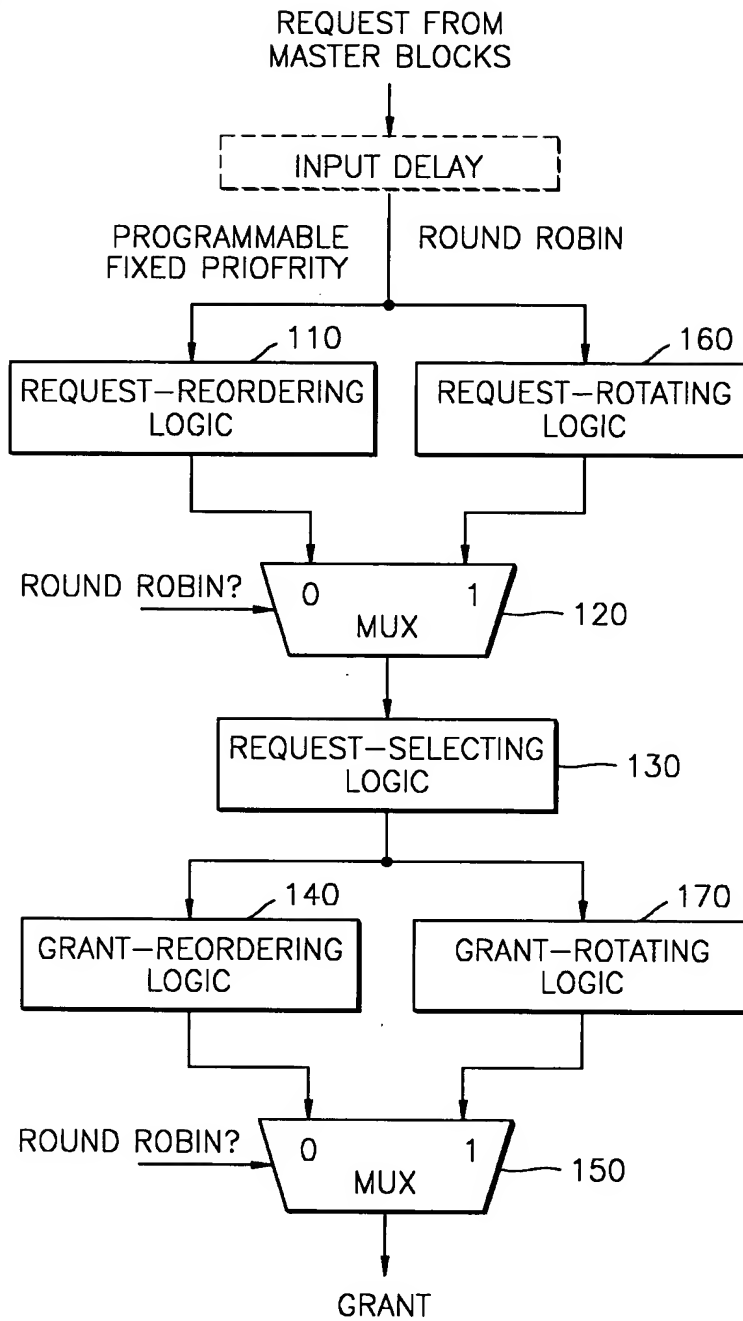
【청구항 8】

제 6항에 있어서, 상기 소정의 주기는,

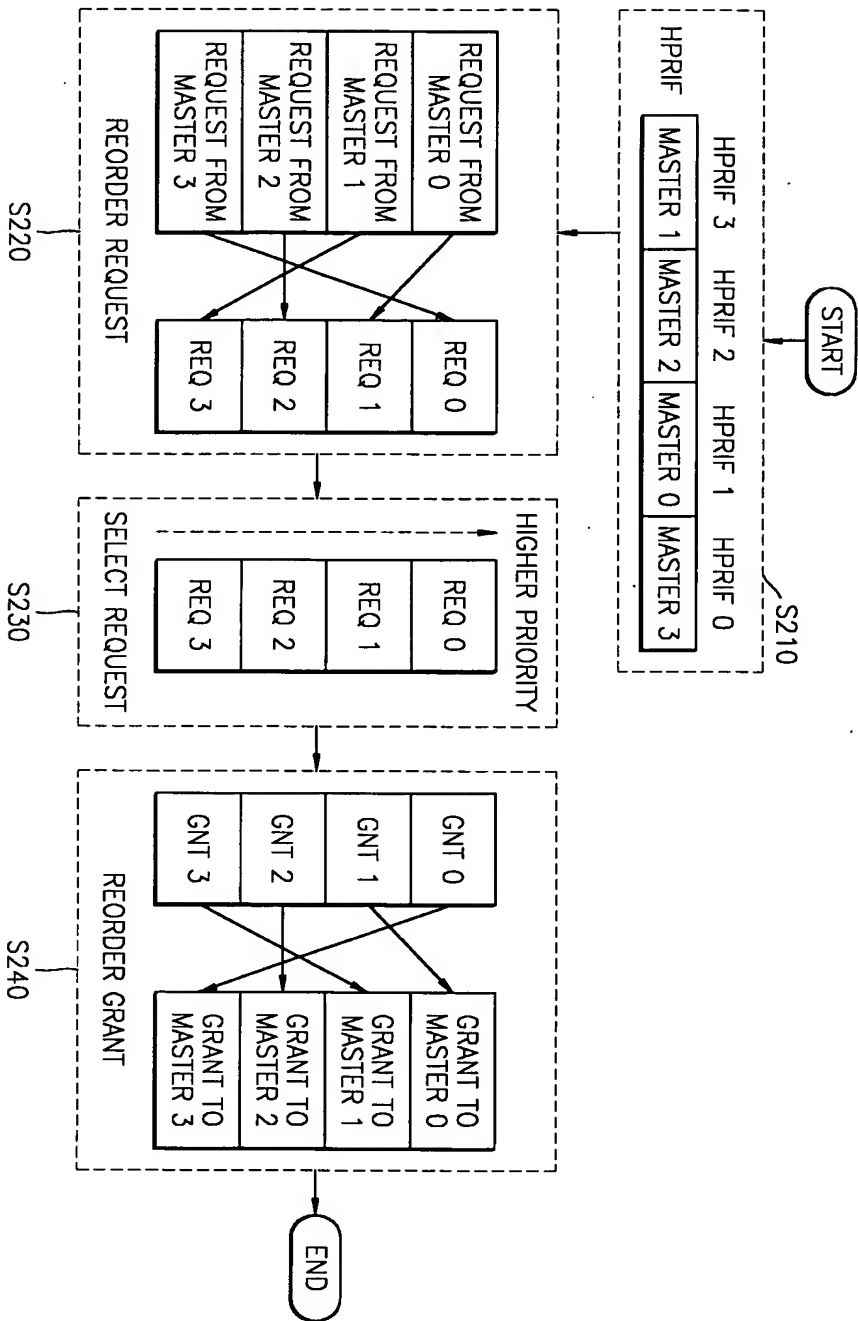
상기 최고 순위의 버스 마스터 허가 신호를 출력하는 때인 것을 특징으로 하는 버스 제어 방법.

【도면】

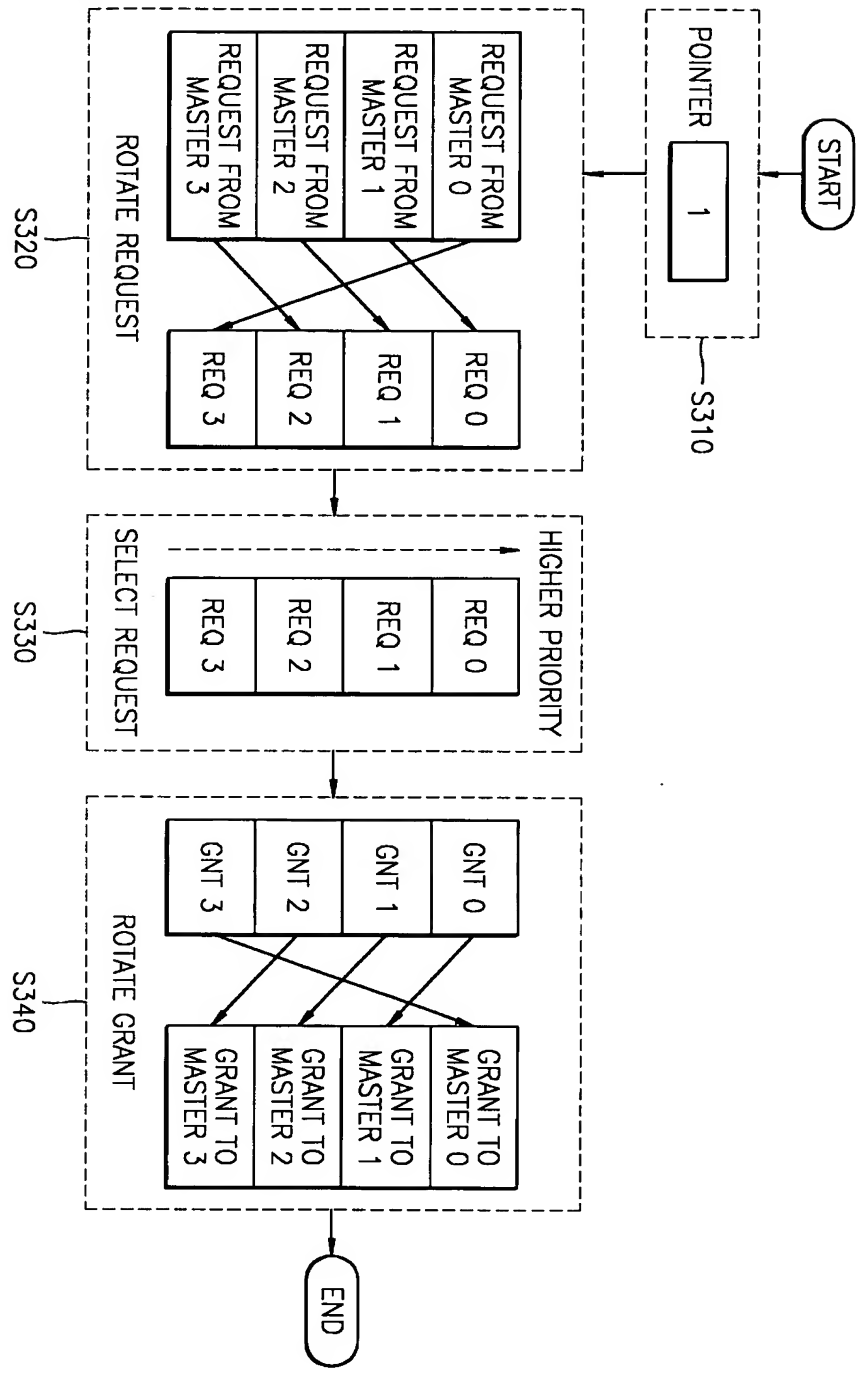
【도 1】



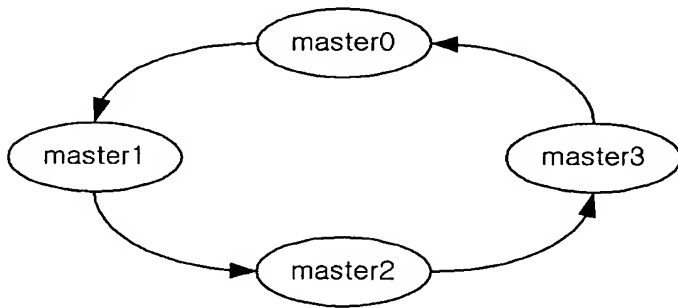
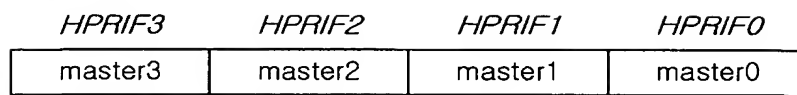
【도 2】



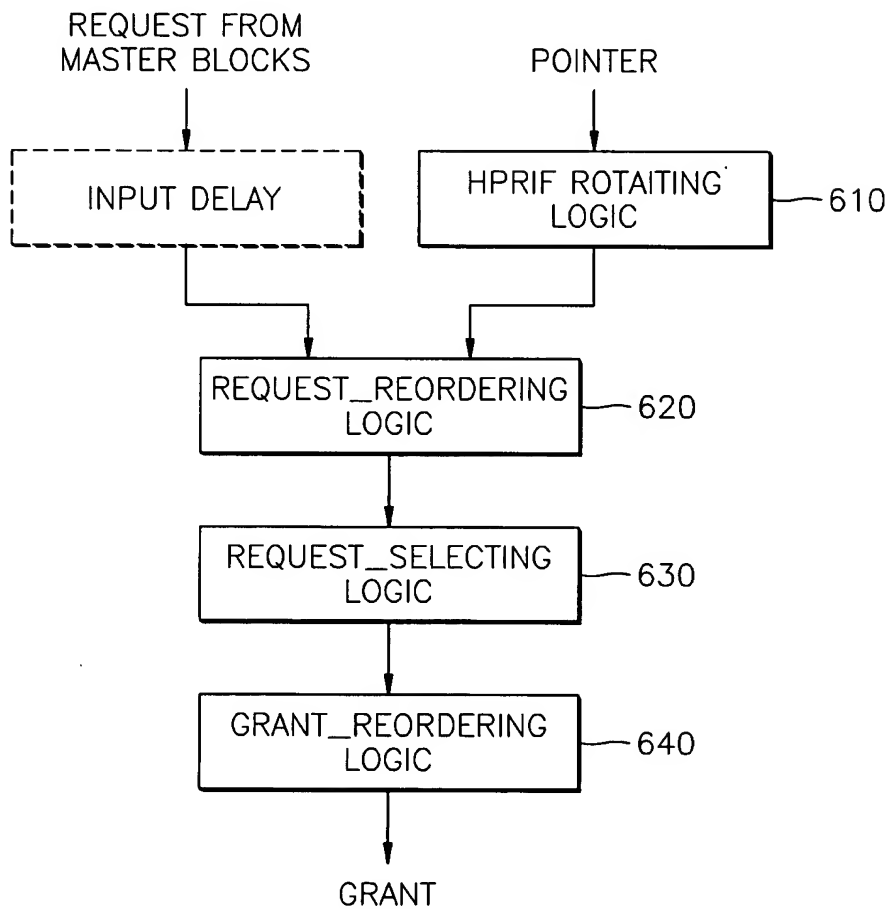
【도 3】



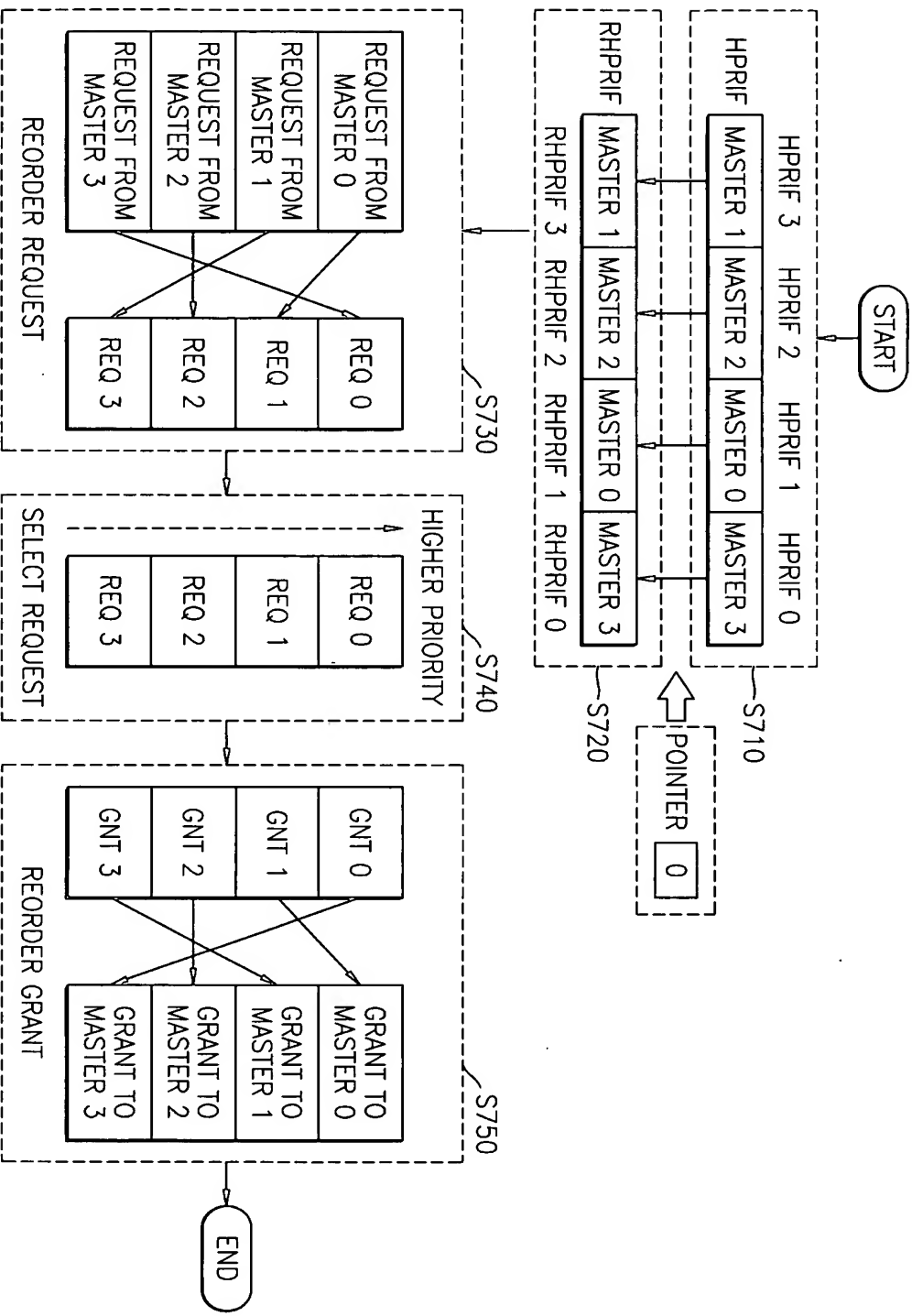
【도 4】

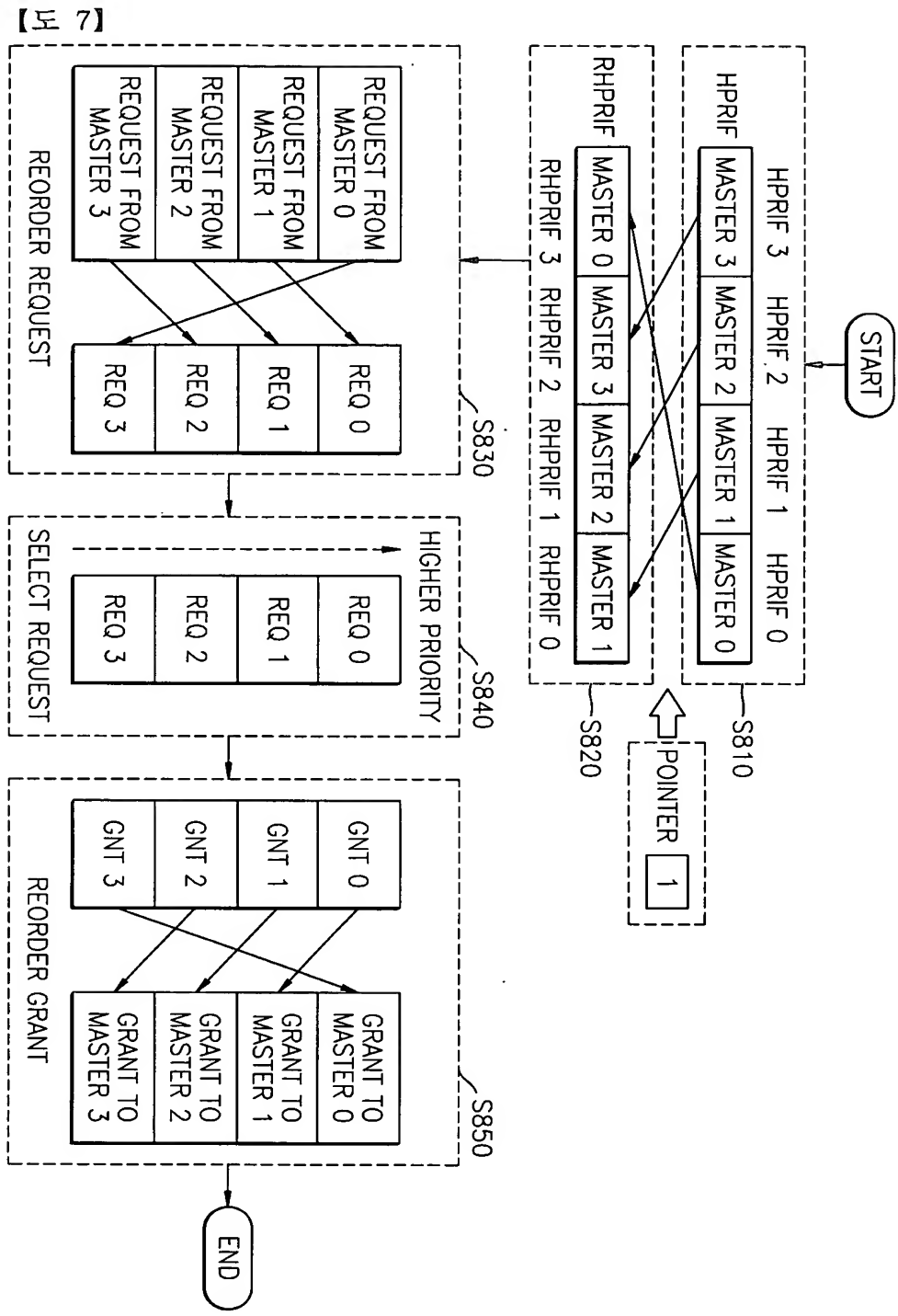


【도 5】



【화 6】

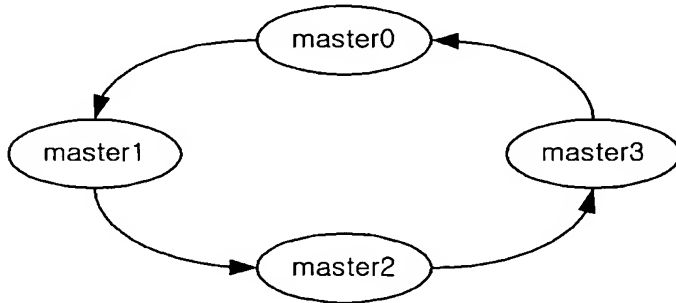






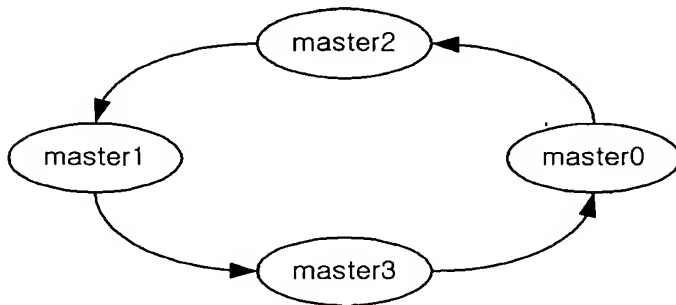
【도 8】

<i>HPRIIF3</i>	<i>HPRIIF2</i>	<i>HPRIIF1</i>	<i>HPRIIF0</i>
master3	master2	master1	master0



【도 9】

<i>HPRIIF3</i>	<i>HPRIIF2</i>	<i>HPRIIF1</i>	<i>HPRIIF0</i>
master0	master3	master1	master2



【도 10】

<i>HPRIIF3</i>	<i>HPRIIF2</i>	<i>HPRIIF1</i>	<i>HPRIIF0</i>
master0	master3	master2	master3

